

## SHORT-CYCLE ARC WELDING SYSTEM AND A METHOD FOR SHORT-CYCLE ARC WELDING

**Patent number:** WO03013776

**Publication date:** 2003-02-20

**Inventor:** SCHMITT KLAUS GISBERT (DE); FRIEDRICH ARNE (DE)

**Applicant:** SCHMITT KLAUS GISBERT (DE); FRIEDRICH ARNE (DE); NEWFREY LLC (US)

**Classification:**

- **international:** B23K9/20; B23K11/00

- **european:** B23K11/00F6B2, B23K9/20, B23K9/20D

**Application number:** WO2002EP08568 20020801

**Priority number(s):** DE20011038947 20010802

**Also published as:**

EP1417071 (A1)

DE10138947 (A1)

**Cited documents:**

DE10007838

DE4314528

EP0488518

DE20003127U

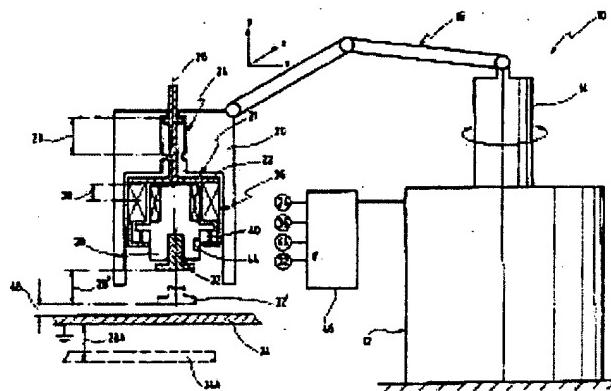
WO9605015

[more >>](#)

### BEST AVAILABLE COPY

#### Abstract of WO03013776

The invention relates to a short-cycle arc-welding system (10) and a corresponding method for welding elements (32), such as e.g. metal bolts (32) to components (34) such as e.g. sheet metal (34). Said system comprises a robot (12), which has at least one arm (16) that can be displaced on at least two co-ordinate axes (x, y, z), a welding head base (20), which is fixed to the robot arm (16), a welding head (22), which is displaceably mounted on said welding head base (20) and is equipped with a retaining device (30) for retaining an element and a lifting device (36) for setting and re-positioning the retaining device (30) in relation to the welding head (22) and a measuring system (44, 46) for determining the relative position between a component (34) and an element (32) that is to be welded to the component (34). The measuring system (44, 46) has a control device (46), which controls the lifting device (36) in such a way that the element (32) is displaced towards the component (34) until it makes contact with the component (34) in order to determine the relative position.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
20. Februar 2003 (20.02.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/013776 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: B23K 9/20, 11/00 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): NEWFREY LLC [US/US]; Drummond Plaza Office Park, 1423 Kirkwood Highway, Newark, DE 19711 (US).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/08568

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:  
1. August 2002 (01.08.2002)

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHMITT, Klaus, Gisbert [DE/DE]; Alicenstrasse 22, 35390 Giessen (DE). FRIEDRICH, Arne [DE/DE]; Asterweg 10, 35435 Wettenberg (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(74) Anwälte: HAAR, Lucas, H. usw.; Haar & Schwarz-Haar, Karlstrasse 23, 61231 Bad Nauheim (DE).

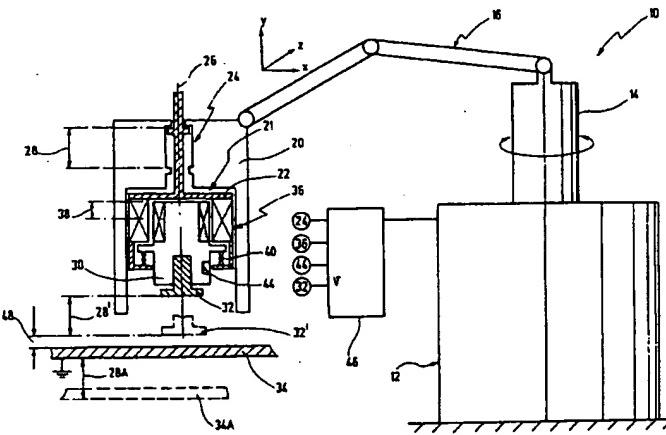
(30) Angaben zur Priorität:  
101 38 947.7 2. August 2001 (02.08.2001) DE

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SHORT-CYCLE ARC WELDING SYSTEM AND A METHOD FOR SHORT-CYCLE ARC WELDING

(54) Bezeichnung: KURZZEIT-LICHTBOGENSCHWEISSSYSTEM UND VERFAHREN ZUM KURZZEIT-LICHTBOGEN-SCHWEISSEN



**WO 03/013776 A1**

(57) Abstract: The invention relates to a short-cycle arc-welding system (10) and a corresponding method for welding elements (32), such as e.g. metal bolts (32) to components (34) such as e.g. sheet metal (34). Said system comprises a robot (12), which has at least one arm (16) that can be displaced on at least two co-ordinate axes (x, y, z), a welding head base (20), which is fixed to the robot arm (16), a welding head (22), which is displaceably mounted on said welding head base (20) and is equipped with a retaining device (30) for retaining an element and a lifting device (36) for setting and re-positioning the retaining device (30) in relation to the welding head (22) and a measuring system (44, 46) for determining the relative position between a component (34) and an element (32) that is to be welded to the component (34). The measuring system (44, 46) has a control device (46), which controls the lifting device (36) in such a way that the element (32) is displaced towards the component (34) until it makes contact with the component (34) in order to determine the relative position.

(57) Zusammenfassung: Es werden vorgeschlagen ein Kurzzeit-Lichtbogenschweissystem (10) und ein zugeordnetes Verfahren zum Schweißen von Elementen (32), wie z.B. Metalbolzen (32), auf Bauteile (34), wie z.B. Metallbleche (34), mit einem Roboter (12), der wenigstens einen Arm (16) aufweist, der in wenigstens zwei Koordinatenachsen (x, y, z) beweglich ist, einer Schweisskopfbasis (20), die an dem Roboterarm (16) festgelegt ist,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für die folgenden Bestimmungsstaaten JP, europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für den folgenden Bestimmungsstaat US
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für den folgenden Bestimmungsstaat US

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

---

einem Schweißkopf (22), der an der Schweißkopfbasis (20) beweglich gelagert ist und an dem eine Haltevorrichtung (30) zum Halten eines Elementes und eine Hubvorrichtung (36) zum Zu- und Rückstellen der Haltevorrichtung (30) relativ zu dem Schweißkopf (22) vorgesehen sind, und einem Messsystem (44,46) zum Bestimmen der Relativlage zwischen einem Bauteil (34) und einem auf das Bauteil (34) aufzuschweißenden Element (32). Dabei weist das Messsystem (44,46) eine Steuereinrichtung (46) auf, die die Hubvorrichtung (36) so ansteuert, dass das Element (32) auf das Bauteil (34) zu bewegt wird, bis es das Bauteil (34) kontaktiert, um so die Relativlage zu bestimmen.



(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für die folgenden Bestimmungsstaaten JP, europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für den folgenden Bestimmungsstaat US
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für den folgenden Bestimmungsstaat US

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

---

einem Schweißkopf (22), der an der Schweißkopfbasis (20) beweglich gelagert ist und an dem eine Haltevorrichtung (30) zum Halten eines Elementes und eine Hubvorrichtung (36) zum Zu- und Rückstellen der Haltevorrichtung (30) relativ zu dem Schweißkopf (22) vorgesehen sind, und einem Messsystem (44,46) zum Bestimmen der Relativlage zwischen einem Bauteil (34) und einem auf das Bauteil (34) aufzuschweißenden Element (32). Dabei weist das Messsystem (44,46) eine Steuereinrichtung (46) auf, die die Hubvorrichtung (36) so ansteuert, dass das Element (32) auf das Bauteil (34) zu bewegt wird, bis es das Bauteil (34) kontaktiert, um so die Relativlage zu bestimmen.

- 2 -

aufeinander zu bewegt, so daß sich die Schmelzen vermischen. Der Lichtbogen wird kurzgeschlossen und die Gesamtschmelze erstarrt.

- Üblich ist es, den Lichtbogen zu ziehen. Dabei wird das  
5 Element zunächst auf das Bauteil aufgesetzt. Anschließend wird ein Pilotstrom eingeschaltet und das Element wird gegenüber dem Bauteil bis auf eine gewünschte Höhe angehoben, wobei ein Lichtbogen gezogen wird. Erst danach wird der Schweißstrom zugeschaltet.
- 10 Um gleichbleibend gute Schweißergebnisse zu erzielen, ist es unter anderem wichtig, die Relativstellung zwischen Element und Bauteil zu kennen, insbesondere das Element auf die richtige Höhe anzuheben, bevor der Schweißstrom zugeschaltet wird. Zu diesem Zweck erfolgt in der Regel vor je-  
15 dem Schweißvorgang eine Messung der Relativstellung, insbesondere in Form einer Nullpositionsbestimmung.

Dies ist bei roboter-basierten Systemen von besonderer Bedeutung. Zwar sind moderne Roboter generell in der Lage, vergleichsweise präzise zu positionieren. Eine hohe Präzision lässt sich jedoch insbesondere aufgrund der hohen bewegten Massen nicht mit sehr hoher Dynamik erzielen.  
20

Bolzenschweißsysteme werden insbesondere in der Kraftfahrzeugindustrie eingesetzt. Sie dienen dort vor allem dazu, Elemente wie Bolzen mit und ohne Gewinde, Ösen, Muttern, etc. auf das Karosserieblech aufzuschweißen. Diese Elemente dienen dann als Halteanker, um bspw. Innenraumverkleidungen zu befestigen.  
25

In der Kraftfahrzeugindustrie kommt es auf die Herstellungsgeschwindigkeit maßgeblich an. Innerhalb weniger Minuten sind Hunderte von Elementen an unterschiedlichen Positionen automatisiert mittels Roboter aufzuschweißen. Die Roboter müssen folglich mit hoher Dynamik bewegt werden.  
30

Daher ist es bekannt, am Arm eines Roboters eine Schweißkopfbasis anzubringen, die einen Schlitten trägt. Der Schlitten ist hochdynamisch mit hoher Präzision beweglich, üblicherweise mittels eines pneumatischen oder hydraulischen Systems. An dem Schlitten ist der eigentliche Schweißkopf gelagert, der wiederum über eine Hubvorrichtung zum Bewegen des Elementes verfügt.

Aus der DE 41 208 11 A1 ist eine Bolzenschweißvorrichtung bekannt, die einen Schraubengewindereluktanzmotor (SGRM) als Linearmotor zum axialen Verstellen eines Bolzenhalters verwendet. Zu diesem Zweck bildet das bewegte Organ des SGRM ein Verstellglied, dessen Bewegung auf den Bolzenhalter übertragen wird. Das nichtbewegte Organ bildet die Halterung der Bolzenschweißvorrichtung. Der SGRM ermöglicht es, die axiale Hin- und Herbewegung des Bolzenhalters hinsichtlich Einstellung und Geschwindigkeit definiert zu steuern.

In der Ruhelage liegt das bewegte Organ unter der Spannung einer Feder gegen einen mit der Halterung verbunden Anschlag an. Erst durch Ansteuerung des SGRM wird das bewegte Organ aus der Ruhelage in Richtung auf das Werkstück verstellt, das mit einem Schweißbolzen zu versehen ist. Dabei nimmt der Bolzenhalter nach einem vorbestimmten Weg eine Zwischenlage ein, bevor der Schweißbolzen auf das Werkstück auftrifft, womit durch Kontaktgabe der Schweißlichtbogen in bekannter Weise gezündet wird.

Die US-A-5,252,802 offenbart eine weitere Bolzenschweißvorrichtung mit einem Gehäuse, das als Handpistole ausgebildet ist. Ein Positionsmotor bringt zunächst das Gehäuse in eine Position, bei der ein Bolzen in der Nähe eines Bauteiles angeordnet ist. In dem Gehäuse ist ein Linearmotor vorgesehen, um einen Hubschaft axial zu bewegen, der den Bolzen trägt. Zur Steuerung des Linearmotors ist ein Wegmeßsystem vorgesehen. Zum Bestimmen der Relativlage zwischen Bolzen

- 4 -

und Werkstück wird der Linearmotor angesteuert, um den Bolzen mit einer bestimmten Geschwindigkeit auf das Werkstück zu bewegen. Sobald der Bolzen das Werkstück berührt, schließt ein elektrischer Kontakt.

- 5 Ferner ist es aus der WO 96/11767 bekannt, den Bolzenhalter in Richtung auf das Werkstück elastisch vorzuspannen, und mittels eines Linearmotors gegen die Vorspannung axial zu bewegen.

- 10 Zur Ermittlung der Relativlage zwischen Bolzen und Werkstück ist es auch bekannt (bspw. aus "Neue TUCKER Technologie. Bolzenschweißen mit System", Emhart Tucker, Sept. 1999), eine Nullposition mittels eines Stützfußes zu bestimmen.

- 15 Schließlich offenbart die WO96/05015 eine Bolzenschweißvorrichtung ohne Stützfuß, bei der ein Schweißkopf insgesamt mittels eines Verstellantriebes verstellbar ist. An dem Schweißkopf ist eine Haltevorrichtung vorgesehen, die einen Bolzen hält. Eine Verstellvorrichtung dient dazu, die Haltevorrichtung axial gegenüber dem Schweißkopf zu verschieben. Die Verstellvorrichtung kann ein servopneumatischer oder ein servohydraulischer Arbeitszylinder sein. Die Relativstellung zwischen Haltevorrichtung und Schweißkopf wird mittels eines Wegmeßsystems erfaßt.

- 20 Zum Bestimmen einer Nullposition zwischen Bolzen und Werkstück wird der Schweißkopf bis zu einer Endposition in Richtung auf das Werkstück verfahren. Im Verlauf dieser Bewegung trifft der Bolzen auf das Werkstück auf. Da der Bolzen ab diesem Zeitpunkt der Bewegung des Schweißkopfes nicht mehr folgen kann, wird ab dann die Haltevorrichtung gegenüber dem Schweißkopf entgegen der Anpreßbewegung verschoben. Diese Verschiebung wird von dem Wegmeßsystem gemessen, und so die Endlage des Schweißkopfes exakt erfaßt.

- 5 -

Vor dem obigen Hintergrund ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem und Verfahren zum Kurzzeit-Lichtbogenschweißen anzugeben, mit dem hohe Positioniergeschwindigkeiten 5 bei hoher Präzision möglich sind.

Diese Aufgabe wird bei einem ersten Aspekt der Erfindung durch ein Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem gelöst, wie eingangs genannt, wobei das Meßsystem eine Steuereinrichtung aufweist, die die Hubvorrichtung so ansteuert, daß das Element 10 auf das Bauteil zu bewegt wird, bis es das Bauteil kontaktiert, um so die Relativlage zu bestimmen.

Ferner wird die Aufgabe bei dem ersten Aspekt der Erfindung gelöst durch ein Verfahren zum Kurzzeit-Lichtbogenschweißen, insbesondere zum Bolzenschweißen, von Elementen, wie 15 z.B. Metallbolzen, auf Bauteile, wie z.B. Metallbleche, mit den Schritten:

- a) Ansteuern eines Roboters mit einem Arm so, daß eine an dem Arm festgelegte Schweißkopfbasis mit einem Schweißkopf in eine Basis-Schweißposition gelangt,
- 20 b) Ansteuern eines den Schweißkopf an der Schweißkopfbasis lagernden Schlittens oder Verfahren eines Bauteils in Bezug auf die Schweißkopfbasis so, daß der Schweißkopf in eine Kopf-Schweißposition gelangt,
- c) Ansteuern einer Hubvorrichtung des Schweißkopfes 25 so, daß eine Haltevorrichtung mit einem daran gehaltenen Element auf das Bauteil zu bewegt wird,
- d) Erfassen der Hubvorrichtungs-Position, bei der das Element das Bauteil kontaktiert.

- 6 -

Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird die Aufgabe gelöst durch ein Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem zum Schweißen von Elementen, wie z.B. Metallbolzen, auf Bauteile, wie z.B. Metallbleche, mit einem Schweißkopf, an dem 5 eine Haltevorrichtung zum Halten eines Elementes und eine Hubvorrichtung zum Zu- und Rückstellen der Haltevorrichtung relativ zu dem Schweißkopf vorgesehen sind, und einem Meßsystem zum Bestimmen der Relativlage zwischen einem Bauteil und einem auf das Bauteil aufzuschweißenden Element, wobei 10 das Meßsystem eine Steuereinrichtung aufweist, die die Hubvorrichtung so ansteuert, daß das Element auf das Bauteil zu bewegt wird, bis es das Bauteil kontaktiert, um so die Relativlage zu bestimmen, und wobei der Schweißkopf elastische Mittel aufweist, um die Haltevorrichtung in eine 15 Stellrichtung elastisch vorzuspannen.

Die obige Aufgabe wird durch den ersten Aspekt der Erfindung vollkommen gelöst. Durch die Kombination eines Roboters und eines Schweißkopfes, der über eine Schweißkopfbasis beweglich an dem Roboterarm festgelegt ist, lassen sich 20 hohe Positioniergeschwindigkeiten bei hoher Präzision erreichen. Durch die Maßnahme, das Meßsystem zum Bestimmen der Relativlage zwischen Bauteil und Element so auszustalten, daß insbesondere kein Stützfuß notwendig ist, kann die Geschwindigkeit weiter erhöht werden. Ferner hat dies den 25 Vorteil, daß das Bauteil durch keine Hilfsmittel kontaktiert wird. Insofern sind Beschädigungen des Bauteiles im Umgebungsbereich der Schweißung ausgeschlossen.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist der Roboterarm in drei Koordinatenachsen beweglich.

30 Derartige Roboter sind insbesondere bei der Anwendung des Aufschweißens von Metallelementen auf Karosseriebleche von Kraftfahrzeugen von Vorteil. Denn in diesem Anwendungsbereich besteht die Anforderung, die Bolzen an beliebigen Or-

ten und folglich in den unterschiedlichsten Stellungen an das Karosserieblech aufzuschweißen.

Ferner ist es von Vorteil, wenn die Schweißkopfbasis einen Schlitten aufweist, an dem der Schweißkopf montiert ist.

- 5 Ein Schlitten, bzw. allgemein gesagt eine Vorrichtung zum Ausüben einer Bewegung entlang einer Achse, ist insofern von Vorteil, als mit diesem hochdynamische Bewegungen bei vergleichsweiser hoher Präzision erzielt werden können.

- 10 Besonders bevorzugt ist es dabei, wenn der Schlitten pneumatisch angetrieben ist.

Hierbei ist von Vorteil, daß Pneumatikenergie in den gattungsgemäßen Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystemen meist ohnehin verfügbar ist.

- 15 Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist der Schweißkopf elastische Mittel auf, um die Haltevorrichtung in eine Stellrichtung elastisch vorzuspannen.

- 20 Durch diese Maßnahme kann die Hubvorrichtung zum Zu- und Rückstellen der Haltevorrichtung in den meisten Betriebszuständen energielos gehalten werden. Folglich ergibt sich ein geringer Energieverbrauch.

- 25 Dieses Merkmal bildet zugleich eines der Kernmerkmale gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung. Der zweite Aspekt der Erfindung ist auf die Ausgestaltung eines Schweißkopfes gerichtet, unabhängig davon, ob der Schweißkopf an einem Roboter und/oder einer Schweißkopfbasis beweglich angeordnet ist. Entscheidend ist bei dem zweiten Aspekt der Erfindung die Kombination eines stützfußlosen Meßsystems mit elastischen Mitteln zum elastischen Vorspannen der Haltevorrichtung in eine Stellrichtung.

Bei dem zweiten Aspekt der Erfindung ist es folglich vorteilhaft, daß die Messung der Relativlage zwischen Bauteil und Element ohne Berührung des Bauteiles durch Hilfsmittel erfolgen kann. Ferner kann die Hubvorrichtung, die zur Bestimmung der Relativlage verwendet wird, in den meisten Betriebszuständen energielos gehalten werden, da die Haltevorrichtung in einer Stellrichtung in eine geeignete Ruheposition elastisch vorgespannt wird.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform spannen 10 die elastischen Mittel die Haltevorrichtung in Rückstellrichtung vor.

Da die Hubvorrichtung zum Bestimmen der Relativlage zwischen Bauteil und Element in Zustellrichtung angesteuert wird, befindet sich die Haltevorrichtung in ihrer elastisch 15 vorgespannten Ruhelage immer in der richtigen Ausgangsposition, so daß insgesamt ein besonders niedriger Energieverbrauch erzielt wird. Ferner läßt sich unter bestimmten Voraussetzungen eine im Vergleich zu anderen Ausgestaltungen höhere Dynamik erzielen.

20 Bei einer alternativen Ausführungsform spannen die elastischen Mittel die Haltevorrichtung in Zustellrichtung vor.

Bei dieser Ausführungsform läßt sich im eigentlichen Schweißvorgang in Zustellrichtung eine höhere Dynamik erzielen.

25 Bei dieser Ausführungsform ist es bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens so, daß das Einziehen der Haltevorrichtung während des Annäherns des Schweißkopfes in die Kopf-Schweißposition gegen die Vorspannkraft der elastischen Mittel erfolgt.

30 Im Gegensatz hierzu ist es bei der Ausführungsform, bei der die elastischen Mittel die Haltevorrichtung in Rückstell-

- 9 -

richtung vorspannen, so, daß die Bewegung der Haltevorrichtung im Verfahrensschritt (c) gegen die Vorspannkraft der elastischen Mittel erfolgt.

Insgesamt ist es bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vorzugsweise so, daß die Haltevorrichtung nach dem Schweißvorgang das Element freigibt und die Hubvorrichtung ausschaltet wird, so daß die Haltevorrichtung durch die elastischen Mittel in eine Ruheposition vorgespannt wird.

Bei dem erfindungsgemäßen Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem weist das Meßsystem vorzugsweise einen Wegsensor auf, der den Weg der Haltevorrichtung relativ zu dem Schweißkopf erfäßt.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystems;

Fig. 2 ein schematisches Weg-Zeit-Diagramm, das die Relativlage zwischen einem Bauteil und einem auf das Bauteil aufzuschweißenden Element (bzw. dessen Haltevorrichtung) über der Zeit darstellt, wobei die Position des Bauteiles durch die Zeit-Achse definiert ist; wobei das Weg-Zeit-Diagramm sich beim Betrieb der ersten Ausführungsform des

- 10 -

erfindungsgemäßen Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystems gemäß Fig. 1 ergibt;

- Fig. 3 ein Weg-Zeit-Diagramm ist, das sich beim Betrieb einer alternativen Ausführungsform eines Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystems ergibt, wie es in Fig. 4 schematisch dargestellt ist; und
- 5
- Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Schweißkopfes einer alternativen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystems
- 10 ist.

In Fig. 1 ist eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystems generell mit 10 bezeichnet.

Das Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem 10, das im folgenden kurz Bolzenschweißsystem 10 genannt wird, beinhaltet einen Roboter 12. Der Roboter 12 weist einen Drehkopf 14 auf, mittels dessen ein- oder mehrgelenkiger Arm 16 verdreht werden kann. Insgesamt ist der Roboter 12 dazu ausgelegt, das Ende des Armes in drei Koordinatenachsen x, y, z frei

15

20 zu bewegen.

An dem Ende des Roboterarms 16 ist eine Schweißkopfbasis 20 angebracht. Die Schweißkopfbasis 20 trägt einen Schlitten 21, der relativ zu der Schweißkopfbasis 20 in Richtung einer Achse 26 hin- und herbewegt werden kann. An dem Schlitten 21 ist ein Schweißkopf 22 montiert.

Eine Pneumatikanordnung 24 dient dazu, den Schweißkopf 22 in Bezug auf die Schweißkopfbasis 20 mittels des Schlittens 21 hin- und herzubewegen.

- 11 -

Bei 28 ist der Hub gezeigt, um den die Pneumatikanordnung 24 den Schweißkopf 22 in Bezug auf die Schweißkopfbasis 20 bewegen kann.

Der Schweißkopf 22 weist eine Haltevorrichtung 30 auf, die 5 dazu ausgelegt ist, ein Metallelement wie einen Bolzen 32 lösbar zu halten. Zu diesem Zweck weist die Haltevorrichtung geeignete Spannmittel auf, die in Fig. 1 nicht näher dargestellt sind.

In Fig. 1 ist ferner ein Metallbauteil, wie ein Blech 34 10 zeigt, das im wesentlichen senkrecht zu der Achse 26 ausgerichtet ist.

Der Schweißkopf 22 weist ferner eine Hubvorrichtung 36 auf, die durch einen Linearmotor, insbesondere einen elektrischen Linearmotor, gebildet ist.

15 Die Hubvorrichtung 36 dient dazu, die Haltevorrichtung 30 in Bezug auf den Schweißkopf 22 in einer axialen Richtung zu versetzen, die parallel zu der Achse 22 ausgerichtet ist. Die Hubvorrichtung 30 hat einen Hub 38, der beispielsweise im Bereich zwischen 8 mm und 20 mm, insbesondere im 20 Bereich zwischen 10 mm und 15 mm liegen kann.

Im Vergleich hierzu kann der Hub 28 der Pneumatikanordnung 24 im Bereich zwischen 2 cm und 10 cm betragen, insbesondere im Bereich zwischen 4 cm und 6 cm.

Ferner ist die Haltevorrichtung 30 in Bezug auf den 25 Schweißkopf 22 in Richtung vom Bauteil 34 weg, also in Rückstellrichtung vorgespannt, mittels einer Druckfeder 40. Die Druckfeder 40 greift einerseits an dem Schweißkopf 22 bzw. dem beweglichen Teil des Schlittens 21 und andererseits an der Haltevorrichtung 30 an.

- 12 -

Ferner weist der Schweißkopf 22 einen Wegsensor 44 auf, der in Fig. 1 lediglich schematisch angedeutet ist. Der Wegsensor 44 dient dazu, die Relativposition zwischen Haltevorrichtung 30 und Schweißkopf 22 zu erfassen. Zu diesem Zweck  
5 kann der Wegsensor 44 einen Code-Leser an der Haltevorrichtung 30 aufweisen, der eine lineare Codierung an dem Schweißkopf 22 liest.

Ferner ist eine Steuereinrichtung 46 vorgesehen. Die Steuereinrichtung 46 ist verbunden mit dem Roboter 12 sowie mit  
10 der Pneumatikanordnung 24, der Hubvorrichtung 36 und dem Wegsensor 44.

Die Steuereinrichtung 46 dient dazu, die beweglichen Elemente des Bolzen-Schweißsystems 10 koordiniert zueinander zu steuern bzw. deren Bewegung, Geschwindigkeit und/oder  
15 Beschleunigung auf der Grundlage der Signale des Wegsensors 44 zu regeln.

Ferner dient, wie nachstehend noch erläutert werden wird, die Steuereinrichtung 46 dazu, die Relativlage zwischen dem Element 32 und dem Bauteil 34 vor einem Schweißvorgang zu  
20 bestimmen.

Zu diesem Zweck ist die Steuereinrichtung 46 elektrisch über nicht näher dargestellte Leitungen mit dem Bolzen 32 verbunden. Ferner ist in Fig. 1 angedeutet, daß die Steuereinrichtung 46 dazu in der Lage ist, an den Bolzen 32 eine  
25 Meßspannung V anzulegen. Das Bauteil 34 kann beispielsweise geerdet sein, so daß über eine geeignete Strom-Meßvorrichtung erfaßt werden kann, sobald das Element 32 das Bauteil 34 elektrisch kontaktiert.

Im folgenden wird der Betrieb des Bolzen-Schweißsystems der  
30 Fig. 1 anhand des Weg-Zeit-Diagramms der Fig. 2 erläutert.

- Vor einem Zeitpunkt  $T_1$  wird der Roboter 12 angesteuert, um die Schweißkopfbasis 20 mittels des Drehkopfes 14 und des Roboterarms 16 in eine Basis-Schweißposition zu verbringen, was bei  $T_1$  erreicht ist. Die Basis-Schweißposition der 5 Schweißkopfbasis 20 ist in Fig. 1 dargestellt. In dieser Position befindet sich die Schweißkopfbasis 20 in einem bestimmten Abstand über dem Bauteil 34, wobei die Achse 26 senkrecht auf der gewünschten Schweißposition des Bauteils 34 steht.
- 10 Ab  $T_1$  wird die Pneumatikanordnung 24 betätigt, so daß der Schweißkopf 22 in Richtung auf das Bauteil 34 ausgefahren wird, und zwar um den vollen Hub 28, bis in die Kopf-Schweißposition. Die Endposition des Elementes 32 ist in Fig. 1 bei 32' gezeigt, in Fig. 2 bei  $T_2$ . Dabei befindet 15 sich das Element 32' in einem Abstand 48 von dem Bauteil 34, der kleiner ist als der maximale Hub 38 der Hubvorrichtung 36.

Ab  $T_2$  wird die Hubvorrichtung 36 betätigt, so, daß das Element 32 auf das Bauteil 34 zubewegt wird, bis es zum Zeitpunkt  $T_3$  das Bauteil 34 kontaktiert. Diese Bewegung erfolgt vorzugsweise mit konstanter Geschwindigkeit. Dabei wird der zurückgelegte Weg mittels des Wegsensors 34 erfaßt. Zum Zeitpunkt  $T_3$  kontaktiert das Element 32 das Bauteil 34, so daß ein von der Meßspannung V ausgehender Stromkreis geschlossen wird. Dies wird durch die Steuereinrichtung 46 erfaßt und die Hubvorrichtung 36 wird gestoppt.

Ferner wird die zu diesem Zeitpunkt vorhandene Kontaktstellung zwischen Element 32 und Bauteil 34 als "Null-Position" für den weiteren Schweißvorgang herangezogen. Über den Wegsensor 44 ist folglich über den gesamten folgenden Schweißvorgang jeweils die exakte Relativposition zwischen Element 32 und Bauteil 34 bekannt. Der Schweißvorgang kann folglich unabhängig von etwaig vorhandenen Toleranzen in der Positionierung durch den Roboter 12 bzw. durch die Pneumatikan-

ordnung 24 mit der gewünschten Lagebeziehung zwischen Element 32 und Bauteil 34 erfolgen. Mit anderen Worten erfolgt vor jedem Schweißvorgang eine "Kalibrierung" der Relativlage zwischen Element 32 und Bauteil 34.

- 5 Ab  $T_3$  bis  $T_5$  erfolgt ein Bolzen-Schweißvorgang in an sich bekannter Weise. Dabei wird - nach Abtrennen der Meßspannung V - ein Pilotstrom an das Element 32 angelegt. Anschließend wird das Element 32 gegenüber dem Bauteil 34 angehoben, so daß ein Lichtbogen gezogen wird. Nachdem eine  
10 bestimmte Höhe erreicht ist, wird der eigentliche Schweißstrom zugeschaltet, durch den die Energie des Lichtbogens so erhöht wird, daß die Stirnseite des Elementes 32 und die zugeordnete Stelle des Bauteiles 34 angeschmolzen werden.

- Dieser Hubvorgang erfolgt alleine durch die Hubvorrichtung
- 15 36. Die Pneumatikanordnung 24 wird hierbei nicht betätigt. Im folgenden stellt die Hubvorrichtung 36 das Element 32 wieder auf das Bauteil zu. Sobald wieder der elektrische Kontakt erzielt ist, bei  $T_4$ , wird der Lichtbogen kurzgeschlossen und der Schweißstrom wird abgeschaltet.
  - 20 Anschließend erfolgt im allgemeinen noch ein Zustellvorgang etwas unter die Oberfläche des Bauteiles 34, so daß eine gute Durchmischung der wechselseitigen Schmelzen erfolgt. Die Gesamtschmelze erstarrt und der eigentliche Schweißvorgang ist zum Zeitpunkt  $T_5$  abgeschlossen. Zu diesem Zeitpunkt gibt die Haltevorrichtung das Element 32 frei. Ferner wird die Hubvorrichtung 36 abgeschaltet. Die Haltevorrichtung 30 wird folglich durch die Feder 40 in die eingezogene Ruheposition zurückversetzt. Ferner wird hiernach oder parallel hierzu die Pneumatikanordnung 24 von der Steuereinrichtung 46 so angesteuert, daß der Schweißkopf 22 wieder in die eingezogene Anfangsposition gelangt. Zum Zeitpunkt  $T_6$  befindet sich das Bolzen-Schweißsystem 10 wieder in der Position, die in Fig. 1 gezeigt ist. Anschließend wird ein neues Element 32 der Haltevorrichtung 30 zugeführt und der  
25  
30

ordnung 24 mit der gewünschten Lagebeziehung zwischen Element 32 und Bauteil 34 erfolgen. Mit anderen Worten erfolgt vor jedem Schweißvorgang eine "Kalibrierung" der Relativlage zwischen Element 32 und Bauteil 34.

- 5 Ab  $T_3$  bis  $T_5$  erfolgt ein Bolzen-Schweißvorgang in an sich bekannter Weise. Dabei wird - nach Abtrennen der Meßspannung V - ein Pilotstrom an das Element 32 angelegt. Anschließend wird das Element 32 gegenüber dem Bauteil 34 angehoben, so daß ein Lichtbogen gezogen wird. Nachdem eine  
10 bestimmte Höhe erreicht ist, wird der eigentliche Schweißstrom zugeschaltet, durch den die Energie des Lichtbogens so erhöht wird, daß die Stirnseite des Elementes 32 und die zugeordnete Stelle des Bauteiles 34 angeschmolzen werden.

Dieser Hubvorgang erfolgt alleine durch die Hubvorrichtung  
15 36. Die Pneumatikanordnung 24 wird hierbei nicht betätigt. Im folgenden stellt die Hubvorrichtung 36 das Element 32 wieder auf das Bauteil zu. Sobald wieder der elektrische Kontakt erzielt ist, bei  $T_4$ , wird der Lichtbogen kurzgeschlossen und der Schweißstrom wird abgeschaltet.

- 20 Anschließend erfolgt im allgemeinen noch ein Zustellvorgang etwas unter die Oberfläche des Bauteiles 34, so daß eine gute Durchmischung der wechselseitigen Schmelzen erfolgt. Die Gesamtschmelze erstarrt und der eigentliche Schweißvorgang ist zum Zeitpunkt  $T_5$  abgeschlossen. Zu diesem Zeitpunkt gibt die Haltevorrichtung das Element 32 frei. Ferner wird die Hubvorrichtung 36 abgeschaltet. Die Haltevorrichtung 30 wird folglich durch die Feder 40 in die eingezogene Ruheposition zurückversetzt. Ferner wird hiernach oder parallel hierzu die Pneumatikanordnung 24 von der Steuereinrichtung 46 so angesteuert, daß der Schweißkopf 22 wieder in die eingezogene Anfangsposition gelangt. Zum Zeitpunkt  $T_6$  befindet sich das Bolzen-Schweißsystem 10 wieder in der Position, die in Fig. 1 gezeigt ist. Anschließend wird ein neues Element 32 der Haltevorrichtung 30 zugeführt und der

- 15 -

Roboter 12 wird so angesteuert, daß die Schweißkopfbasis 20 in eine geeignete Basis-Schweißposition für den Schweißvorgang des neuen Elementes 32 gelangt.

In Fig. 2 ist gezeigt, daß der Verlauf des Weg-Zeit-Diagrammes von  $T_1$  bis  $T_2$  linear ist. Hierbei wird davon ausgegangen, daß der Roboter die Schweißkopfbasis 20 zunächst in die Basis-Schweißposition überführt und anschließend die Pneumatikanordnung 24 betätigt wird. In manchen Fällen kann die Bewegung der Pneumatikanordnung 24 der Bewegung des Roboterarms 16 auch überlagert werden. In diesem Fall würde sich zwischen  $T_1$  und  $T_2$  eine nicht-lineare Kurve ergeben. So ist beispielsweise zwischen  $T_5$  und  $T_6$  ein nicht-linearer Verlauf gezeigt. Dieser ergibt sich dadurch, daß nach dem Lösen der Haltevorrichtung 30 sich die Bewegungen wenigstens der Hub-Vorrichtung 30 und der Pneumatikanordnung, ggf. auch die des Roboterarms 16 überlagern.

In Fig. 3 ist ein ähnliches Weg-Zeit-Diagramm gezeigt, das sich von dem Weg-Zeit-Diagramm der Fig. 2 lediglich in zwei Aspekten unterscheidet.

Zum einen ist der Verlauf des Diagramms zwischen  $T_1$  und  $T_2$  als nicht-lineare Kurve gezeigt. Zum anderen ergibt sich zwischen  $T_5$  und  $T_6$  ein anderer nicht-linearer Verlauf als bei der Kurve der Fig. 2.

Diese Unterschiede ergeben sich beim Betrieb einer alternativen Ausführungsform eines Bolzenschweißsystems, dessen Schweißkopf in Fig. 4 generell mit 50 bezeichnet ist.

Der Schweißkopf 50 kann anstelle des Schweißkopfes 22 an einer Schweißkopfbasis 20 mittels eines Schlittens 21 montiert werden. Auch im übrigen kann der Aufbau und der Betrieb eines Bolzenschweißsystems mit dem Schweißkopf 50 identisch sein, wie der Aufbau des Bolzenschweißsystems 10 der Fig. 1. Folglich wird für diese zweite Ausführungsform

- 16 -

Bezug genommen auf die Beschreibung des Bolzenschweißsystems 10, und es werden nachstehend lediglich die Unterschiede erläutert.

Der Schweißkopf 50 weist eine Haltevorrichtung 52 für je-  
5 weils ein Element 32 sowie eine Hubvorrichtung 54 auf. Die Hubvorrichtung 54 dient dazu, die Haltevorrichtung 52 in Bezug auf den Schweißkopf 50 in Richtung einer Achse 26 zu bewegen, um das Element 32 auf das Bauteil 34 zu- oder von diesem rückzustellen.

10 Die Hubvorrichtung 54 weist einen Permanentmagneten 56 auf, der eine Kreisringbohrung beinhaltet.

Die Haltevorrichtung 52 weist ein an die Kreisringbohrung 58 angepaßtes Sackloch 60 auf, so daß ein dem Bauteil 34 abgewandtes Ende der Haltevorrichtung 52 einen Hülsenabschnitt 62 bildet, der in die Kreisringbohrung 58 eingeführt ist.  
15

Am Außenumfang des Hülsenabschnittes 62 ist eine Spule 64 ausgebildet. Die Spule 64 ist mit einem Leistungsteil 66 verbunden, das wiederum von einer Steuereinheit 68 ange-  
20 steuert wird, bspw. durch Pulsbreitenmodulation.

Ferner ist ein Wegsensor 70 vorgesehen, der den Weg der Haltevorrichtung 52 in Bezug auf den Schweißkopf 50 mißt.

Eine Druckfeder 72 ist zwischen dem Permanentmagneten 56 und einem bauteilseitig vorstehenden Flansch 74 der Halte-  
25 vorrichtung 52 angeordnet. Die Druckfeder 72 spannt die Haltevorrichtung 52 in eine Ruhelage vor, und im Gegensatz zu der Ausführungsform der Fig. 1 liegt die Ruhelage in Zu- stellrichtung, so daß die Haltevorrichtung 52 in der Ruhe-  
stellung gegenüber dem Schweißkopf 50 maximal ausgezogen  
30 ist.

- 17 -

Durch Erregung der Spule 64 kann die Haltevorrichtung 52 gegenüber dieser Ruhestellung in den Schweißkopf 50 eingezogen werden, gegen die Vorspannung der Druckfeder 72. Dabei überstreckt ein starr mit dem Schweißkopf 50 verbundener Code-Leser 78 eine lineare Codierung 76 an der Haltevorrichtung 52. Der Code-Leser 78 gibt folglich ein Weg-Ist-Signal 80 an die Steuereinrichtung 68 ab. Die Steuereinrichtung 68 vergleicht das Ist-Signal 80 mit einem Soll-Signal 82 und gibt ein Stell-Signal 84 an das Leistungsteil 66 ab.

Es versteht sich, daß in der Steuereinrichtung 68 folglich ein geeigneter Regler vorhanden ist.

Der Betrieb des Bolzenschweißsystems mit dem alternativen Schweißkopf 50 ist dem Grunde nach identisch zu dem Betrieb des Bolzenschweißsystems 10 der Fig. 1, mit folgenden Ausnahmen:

Wie es in Fig. 3 gezeigt ist, ergibt sich im Zeitraum zwischen  $T_1$  und  $T_2$  ein nicht-linearer Verlauf des Weges des Elementes 32 über der Zeit. Dies liegt daran, daß der Bewegung der Pneumatikanordnung 24 eine Bewegung der Hubvorrichtung 54 in die entgegengesetzte Richtung überlagert wird. Denn während der Annäherung des Schweißkopfes 50 an das Bauteil 34 wird zunächst die Haltevorrichtung 52 mit dem daran gehaltenen Element 32 gegen die Zustellrichtung und gegen die Kraft der Feder 72 eingezogen.

Im Zeitpunkt  $T_2$  befindet sich die Haltevorrichtung 52 folglich in der vollständig eingezogenen und maximal von dem Bauteil 34 beabstandeten Position. Der weitere Betrieb zwischen  $T_2$  und  $T_5$  ist identisch zu dem Betrieb der Ausführungsform der Fig. 1 und 2.

Ab dem Zeitpunkt  $T_5$ , nachdem die Haltevorrichtung 52 das Element 32 freigegeben hat, erfolgt eine Überlagerung der

Bewegungen der Pneumatikanordnung 24 und der Haltevorrichtung 52 mittels der Feder 72, die die Haltevorrichtung 52 in die ausgezogene Ruheposition vorspannt. Ferner kann dieser Bewegung bereits eine Bewegung des Roboterarms 16 überlagert sein.

Bei beiden Ausführungsformen lässt sich das Element 32 hoch dynamisch und mit hoher Präzision an das Bauteil 34 annähern. Anschließend wird die Kombination aus Steuereinrichtung 46 bzw. 68, Wegsensor 44 bzw. 70 und Hubvorrichtung 36 bzw. 54 dazu genutzt, um die Relativlage zwischen Element 32 und Bauteil 34 zu bestimmen.

Folglich können aufeinanderfolgende Schweißvorgänge mit gleichbleibend hoher Qualität unabhängig von der Präzision der Positionierung des Schweißkopfes 22 bzw. 50 durchgeführt werden.

In Fig. 1 ist noch eine alternative Ausführungsform gestrichelt dargestellt, bei der das Bauteil 34A mittels einer schematisch angedeuteten Verstellanordnung um einen Hub 28A verstellbar ist.

Diese Ausgestaltung stellt eine Alternative zu der Anordnung eines Schlittens 21 an der Schweißkopfbasis 20 dar. Falls folglich eine derartige Verstellvorrichtung für das Bauteil 34A vorhanden ist, ist es möglich, den Schweißkopf starr an der Schweißkopfbasis 20 festzulegen.

Ferner kann es in manchen Fällen hinreichend sein, das Ende des Roboterarms direkt in eine Position zu bringen, bei der das Element 32 sich in der angenäherten Position befindet, die in Fig. 1 mit 32' bezeichnet ist. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Haltevorrichtung 30 bzw. 52 gegenüber dem Schweißkopf 22 bzw. 50 mittels elastischer Mittel, wie der Feder 40 bzw. 72, elastisch in eine Ruhestellung vorgespannt ist.

- 19 -

Die oben genannten Bereichsangaben für den Hub der Pneumatischenordnung 28 (bzw. 28 A) und der Hubvorrichtung 36 bzw. 54 sind dazu ausgelegt, eine besonders hohe Dynamik bei möglichst hoher Präzision der Positionierung zu erzielen.

- 5 Insbesondere bei Anwendung in der Kraftfahrzeugindustrie, um Halteanker wie Bolzen mit und ohne Gewinde, Ösen, T-Bolzen etc. auf Karosseriebleche zu schweißen, kommt es auf eine solche hohe Dynamik bei hoher Präzision im Rahmen einer automatisierten Fertigungsstraße besonders an.
- 10 Ferner ist es in den dargestellten Ausführungsformen von Vorteil, daß das Bauteil 34 vor, während und nach dem Schweißvorgang nicht von anderen Elementen des Schweißkopfes berührt wird, sondern lediglich von dem Element 32 selbst.

- 20 -

Patentansprüche

1. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem (10) zum Schweißen von Elementen (32), wie z.B. Metallbolzen (32), auf Bauteile (34), wie z.B. Metallbleche (34), mit
  - einem Roboter (12), der wenigstens einen Arm (16) aufweist, der in wenigstens zwei Koordinatenachsen (x, y, z) beweglich ist,
  - einer Schweißkopfbasis (20), die an dem Roboterarm (16) festgelegt ist,
  - einem Schweißkopf (22;50), der an der Schweißkopfbasis (20) beweglich gelagert ist und an dem eine Haltevorrichtung (30;52) zum Halten eines Elementes (32) und eine Hubvorrichtung (36;54) zum Zu- und Rückstellen der Haltevorrichtung (30;52) relativ zu dem Schweißkopf (22;50) vorgesehen sind, und
  - einem Meßsystem (44,46;68,70) zum Bestimmen der Relativlage zwischen einem Bauteil (34) und einem auf das Bauteil (34) aufzuschweißenden Element (32), dadurch gekennzeichnet, daß das Meßsystem (44,46;68,70) eine Steuereinrichtung (46;68) aufweist, die die Hubvorrichtung (36;54) so ansteuert, daß das Element (32) auf das Bauteil (34) zu bewegt wird, bis es das Bauteil (34) kontaktiert, um so die Relativlage zu bestimmen.

2. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Roboterarm (16) in drei Koordinatenachsen (x, y, z) beweglich ist.
3. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem nach Anspruch 1 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schweißkopfbasis (20) einen Schlitten (21) aufweist, an dem der Schweißkopf (22;50) montiert ist.
4. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlitten (21) pneumatisch angetrieben ist. 10
5. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem nach einem der Ansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Schweißkopf (22;50) elastische Mittel (40;72) aufweist, um die Haltevorrichtung (30;52) in eine Stellrichtung elastisch vorzuspannen. 15
6. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 - 5, zum Schweißen von Elementen (32), wie z.B. Metallbolzen (32), auf Bauteile (34), wie z.B. Metallbleche (34), mit einem Schweißkopf (22;50), an dem eine Haltevorrichtung (30;52) zum Halten eines Elementes (32) und eine Hubvorrichtung (36;54) zum Zu- und Rückstellen der Haltevorrichtung (30;52) relativ zu dem Schweißkopf (22;50) vorgesehen sind, und einem Meßsystem (44,46;68,70) zum Bestimmen 20 der Relativlage zwischen einem Bauteil (34) und einem auf das Bauteil (34) aufzuschweißenden Element (32), dadurch gekennzeichnet, daß das Meßsystem (44,46;68,70) eine Steuereinrichtung (46;68) aufweist, die die Hubvorrichtung (36;54) so ansteuert, daß das Element (32) auf das Bauteil (34) zu bewegt wird, bis es das Bauteil (34) kontaktiert, um so die Relativlage 25 zu bestimmen, und daß das Meßsystem (22;50) elastische 30

Mittel (40;72) aufweist, um die Haltevorrichtung (30;52) in eine Stellrichtung elastisch vorzuspannen.

7. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die elastischen Mittel 5 (40) die Haltevorrichtung (30) in Rückstellrichtung vorspannen.
8. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die elastischen Mittel (72) die Haltevorrichtung (52) in Zustellrichtung vor- 10 spannen.
9. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem nach einem der Ansprüche 1 - 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßsystem (44,46;68,70) einen Wegsensor (44;70) aufweist, der den Weg der Haltevorrichtung (30;52) relativ zu 15 dem Schweißkopf (22;50) erfaßt.
10. Verfahren zum Kurzzeit-Lichtbogenschweißen, insbesondere zum Bolzenschweißen, von Elementen (32), wie z.B. Metallbolzen (32), auf Bauteile (34), wie z.B. Metallbleche (34), mit den Schritten:
  - 20 a) Ansteuern eines Roboters (12) mit einem Arm (16) so, daß eine an dem Arm (16) festgelegte Schweißkopfbasis (20) mit einem Schweißkopf (22;50) in eine Basis-Schweißposition gelangt ( $T_1$ ),
  - b) Ansteuern eines den Schweißkopf (22;50) an der Schweißkopfbasis (20) lagernden Schlittens (21) 25 oder Verfahren eines Bauteils (34A) in Bezug auf die Schweißkopfbasis (20) so, daß der Schweißkopf (22;50) in eine Kopf-Schweißposition ( $T_2$ ) gelangt,
  - c) Ansteuern einer Hubvorrichtung (36;54) des Schweißkopfes (22;50) so, daß eine Haltevorrich- 30

- 23 -

tung (30;52) mit einem daran gehaltenen Element (32) auf das Bauteil (34) zu bewegt wird,

- 5 d) Erfassen der Hubvorrichtungs-Position, bei der das Element (32) das Bauteil (34) kontaktiert ( $T_3$ ).

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Hubvorrichtung (54) im Schritt a) oder im Schritt b) so angesteuert wird, daß die Haltevorrichtung (52) von dem Bauteil weg eingezogen wird.
- 10 12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Einziehen der Haltevorrichtung (52) gegen eine Vorspannkraft von elastischen Mitteln (72) erfolgt.
- 15 13. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Bewegung der Haltevorrichtung (30) im Schritt c) gegen eine Vorspannkraft von elastischen Mitteln (40) erfolgt.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Haltevorrichtung (30;52) nach dem Schweißvorgang das Element (32) freigibt und die Hubvorrichtung (36;54) ausgeschaltet wird, so daß die Haltevorrichtung (30;52) durch die elastischen Mittel (40;72) in eine Ruheposition vorgespannt wird.
- 20

1 / 3

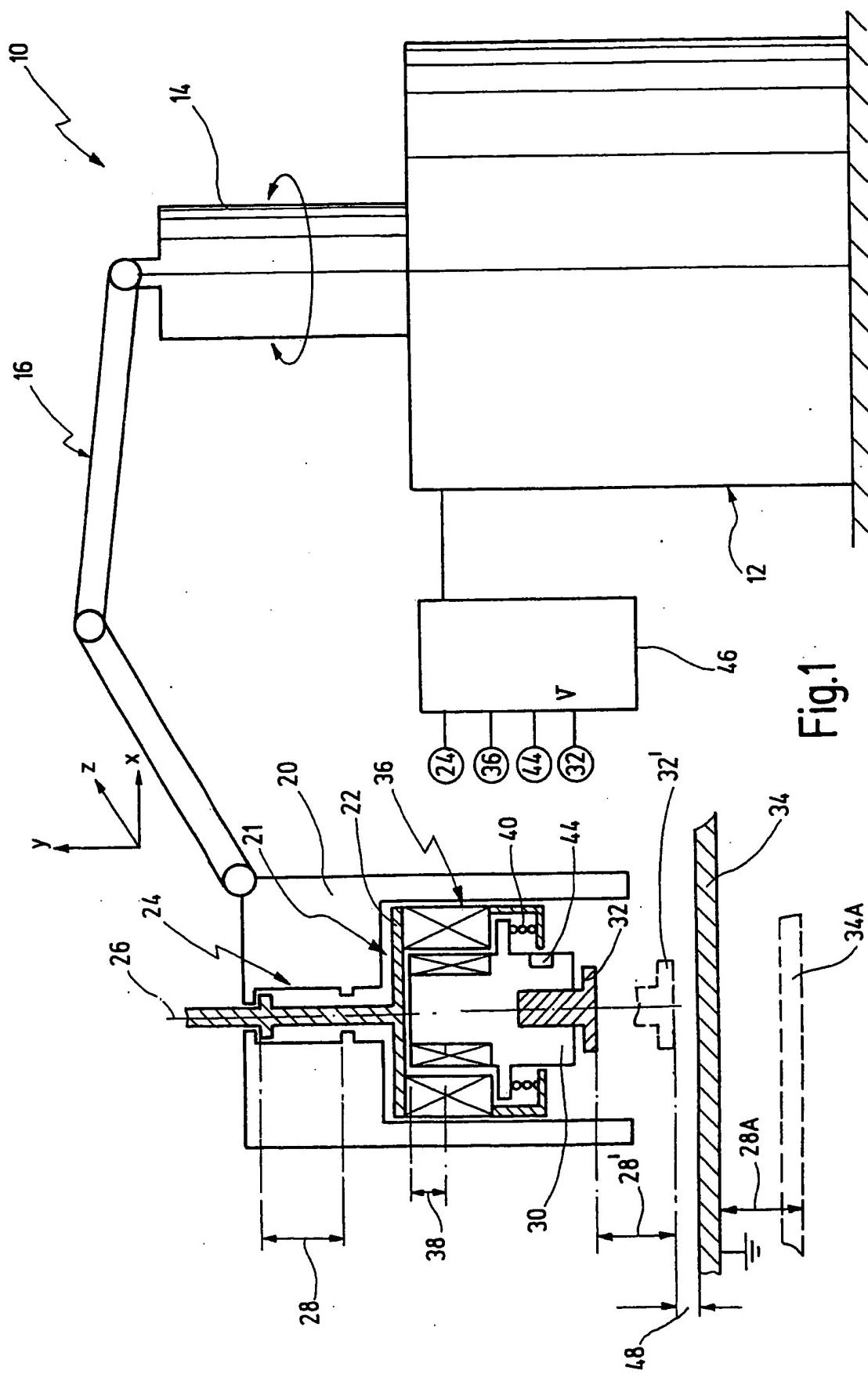


Fig. 1

2 / 3

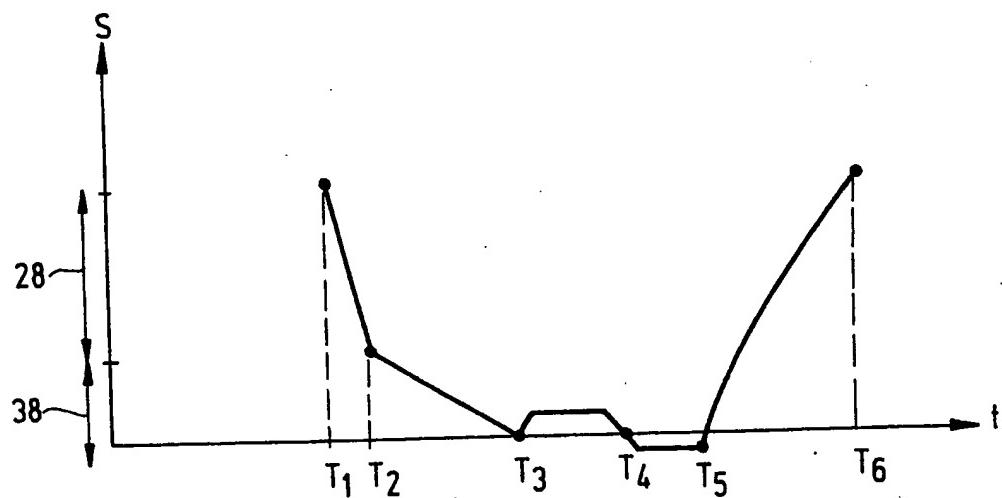


Fig.2

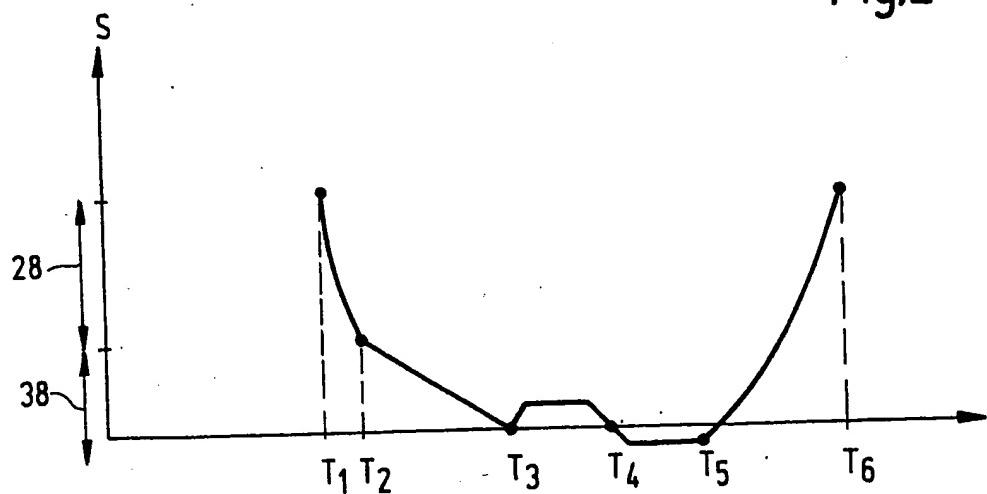
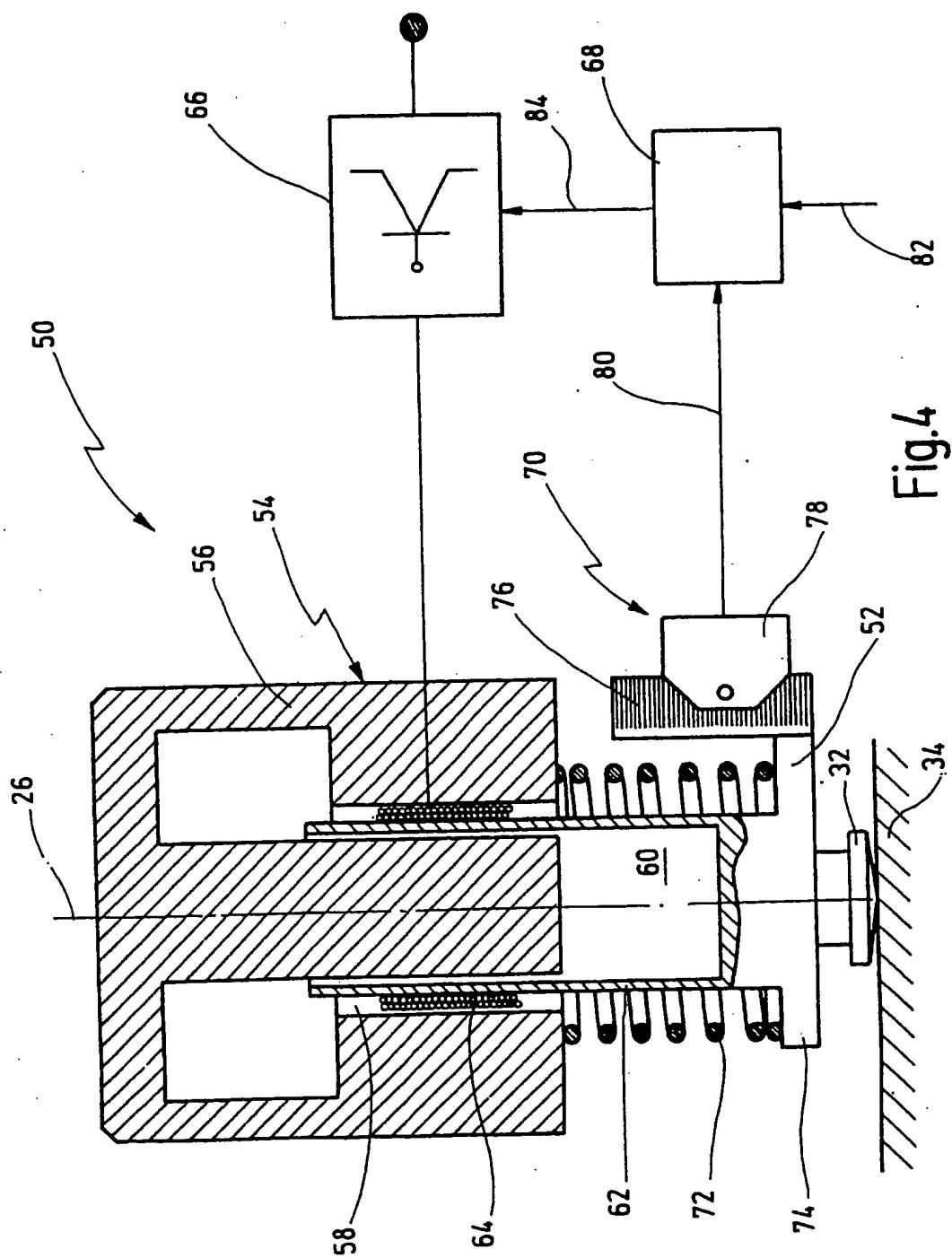


Fig.3

3 / 3



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte al Application No  
PCT/EP 02/08568

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 B23K9/20 B23K11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X, P	DE 100 07 838 A (NELSON BOLZENSCHWEIS TECHNIK G) 23 August 2001 (2001-08-23) page W ---	1-3, 10, 11
X	DE 43 14 528 A (TRW NELSON BOLZENSCHWEISSTECHN) 10 November 1994 (1994-11-10) column 2, line 6 -column 3, line 9 column 3, line 39 -column 4, line 25 column 5, line 20-39; figures 1,2 ---	6, 8, 9
Y	column 2, line 6 -column 3, line 9 column 3, line 39 -column 4, line 25 column 5, line 20-39; figures 1,2 ---	1-5, 7, 10-14
X	EP 0 488 518 A (TRW INC) 3 June 1992 (1992-06-03) column 3, line 17-32 column 6, line 25 -column 7, line 19; figure 1 ---	6, 8
Y	column 6, line 25 -column 7, line 19; figure 1 ---	9
		-/-

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

Date of mailing of the International search report

29 November 2002

12/12/2002

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Jeggy, T

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No
PCT/EP 02/08568

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 200 03 127 U (TRW NELSON BOLZENSCHWEISSTECHN) 29 June 2000 (2000-06-29) page 2, line 25 -page 3, column 7; figures 1,2 ---	1-5
Y	WO 96 05015 A (E. KIRCHNER ; C.M. CLAUSSEN ; H.H. ILCH ) 22 February 1996 (1996-02-22) cited in the application the whole document ---	10-14
A		1-5
Y	DE 43 24 223 A (REMA GES FUER SCHWEISTECHNIK G) 26 January 1995 (1995-01-26) column 2, line 57-67 column 3, line 64 -column 4, line 43 column 5, line 11 -column 6, line 18; figure 1 ---	3,4,7,11
Y	US 6 215 085 B1 (G. CUMMINGS ET AL) 10 April 2001 (2001-04-10) column 6, line 36 -column 7, line 49; figure 1 ----	9

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intr	al Application No
PCT/EP 02/08568	

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
DE 10007838	A	23-08-2001	DE DE	10007838 A1 20022481 U1	23-08-2001 20-09-2001
DE 4314528	A	10-11-1994	DE	4314528 A1	10-11-1994
EP 0488518	A	03-06-1992	US EP JP JP JP	5030815 A 0488518 A2 1923570 C 4266481 A 6051226 B	09-07-1991 03-06-1992 25-04-1995 22-09-1992 06-07-1994
DE 20003127	U	29-06-2000	DE	20003127 U1	29-06-2000
WO 9605015	A	22-02-1996	DE AT AU CA DE WO EP US	4429000 A1 165263 T 2792595 A 2197565 A1 59502008 D1 9605015 A1 0776261 A1 6011234 A	07-03-1996 15-05-1998 07-03-1996 22-02-1996 28-05-1998 22-02-1996 04-06-1997 04-01-2000
DE 4324223	A	26-01-1995	DE	4324223 A1	26-01-1995
US 6215085	B1	10-04-2001	DE AU BR CA CN DE DE EP ES JP WO	4437264 A1 4199196 A 9509383 A 2203013 A1 1166804 A ,B 69522951 D1 69522951 T2 0788418 A1 2161303 T3 2002514972 T 9611767 A1	25-04-1996 06-05-1996 18-11-1997 25-04-1996 03-12-1997 31-10-2001 11-04-2002 13-08-1997 01-12-2001 21-05-2002 25-04-1996

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intr	als Aktenzeichen
PCT/EP 02/08568	

A. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGS GEGENSTANDES  
IPK 7 B23K9/20 B23K11/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 B23K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwandte Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X, P	DE 100 07 838 A (NELSON BOLZENSCHWEIS TECHNIK G) 23. August 2001 (2001-08-23) Seite W	1-3, 10, 11
X	DE 43 14 528 A (TRW NELSON BOLZENSCHWEISSTECHN) 10. November 1994 (1994-11-10)	6, 8, 9
Y	Spalte 2, Zeile 6 - Spalte 3, Zeile 9  Spalte 3, Zeile 39 - Spalte 4, Zeile 25 Spalte 5, Zeile 20-39; Abbildungen 1,2	1-5, 7, 10-14
X	EP 0 488 518 A (TRW INC) 3. Juni 1992 (1992-06-03)	6, 8
Y	Spalte 3, Zeile 17-32 Spalte 6, Zeile 25 - Spalte 7, Zeile 19; Abbildung 1	9
	---	-/-

 Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- 'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- 'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- 'L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- 'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- 'P' Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- 'T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- 'X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- 'Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- '&' Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

29. November 2002

12/12/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax. (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Jeggy, T

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte  als Aktenzeichen

PCT/EP 02/08568

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 200 03 127 U (TRW NELSON BOLZENSCHWEISSTECHN) 29. Juni 2000 (2000-06-29) Seite 2, Zeile 25 -Seite 3, Spalte 7; Abbildungen 1,2 -----	1-5
Y	WO 96 05015 A (E. KIRCHNER ; C.M. CLAUSSEN ; H.H. ILCH ) 22. Februar 1996 (1996-02-22) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	10-14
A	DE 43 24 223 A (REMA GES FUER SCHWEISTECHNIK G) 26. Januar 1995 (1995-01-26) Spalte 2, Zeile 57-67 Spalte 3, Zeile 64 -Spalte 4, Zeile 43 Spalte 5, Zeile 11 -Spalte 6, Zeile 18; Abbildung 1 -----	1-5
Y	DE 43 24 223 A (REMA GES FUER SCHWEISTECHNIK G) 26. Januar 1995 (1995-01-26) Spalte 2, Zeile 57-67 Spalte 3, Zeile 64 -Spalte 4, Zeile 43 Spalte 5, Zeile 11 -Spalte 6, Zeile 18; Abbildung 1 -----	3,4,7,11
Y	US 6 215 085 B1 (G. CUMMINGS ET AL) 10. April 2001 (2001-04-10) Spalte 6, Zeile 36 -Spalte 7, Zeile 49; Abbildung 1 -----	9

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Interne Aktenzeichen
PCT/EP 02/08568

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10007838	A	23-08-2001	DE	10007838 A1 DE 20022481 U1		23-08-2001 20-09-2001
DE 4314528	A	10-11-1994	DE	4314528 A1		10-11-1994
EP 0488518	A	03-06-1992	US EP JP JP JP	5030815 A 0488518 A2 1923570 C 4266481 A 6051226 B		09-07-1991 03-06-1992 25-04-1995 22-09-1992 06-07-1994
DE 20003127	U	29-06-2000	DE	20003127 U1		29-06-2000
WO 9605015	A	22-02-1996	DE AT AU CA DE WO EP US	4429000 A1 165263 T 2792595 A 2197565 A1 59502008 D1 9605015 A1 0776261 A1 6011234 A		07-03-1996 15-05-1998 07-03-1996 22-02-1996 28-05-1998 22-02-1996 04-06-1997 04-01-2000
DE 4324223	A	26-01-1995	DE	4324223 A1		26-01-1995
US 6215085	B1	10-04-2001	DE AU BR CA CN DE DE EP ES JP WO	4437264 A1 4199196 A 9509383 A 2203013 A1 1166804 A ,B 69522951 D1 69522951 T2 0788418 A1 2161303 T3 2002514972 T 9611767 A1		25-04-1996 06-05-1996 18-11-1997 25-04-1996 03-12-1997 31-10-2001 11-04-2002 13-08-1997 01-12-2001 21-05-2002 25-04-1996